

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: PROPOSTA DE CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PORTO VELHO/RO

Alexandre de Senna Mendonça

Cristiano Torres do Amaral

RESUMO

Este texto aborda a viabilidade de implantação de um projeto de eficiência energética nas instalações de uma empresa de distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) na cidade de Porto Velho/RO. Para tanto foi proposta a correção do fator de potência da carga instalada a partir da instalação de bancos de capacitores nos Quadros de Distribuição Geral de Baixa Tensão (QDGBT) da área de produção, logística e administração. A proposta foi baseada em dados obtidos nas faturas mensais de energia elétrica da empresa, considerando os valores de energia ativa, reativa, aparente, demanda, excedentes e multas mensais. Esses dados foram consolidados em tabelas, gráficos e figuras anexas ao texto. A proposta apresenta também uma sugestão de investimento e previsão de retorno dos gastos em 24 meses com a redução dos valores das faturas mensais de energia elétrica. A análise de carga da empresa, a memória de cálculos necessários para o correto dimensionamento dos bancos de capacitores, o local ideal para instalação, relação de componentes e o custo para a confecção dos bancos de capacitores entre outros elementos foram considerados na proposta. Ressalta-se que essa proposta foi apresentada durante a realização do estágio discente do curso de Sistemas Elétricos do Instituto Luterano de Ensino Superior de Porto Velho/RO (ULBRA/RO).

Palavras-Chave: Fator de potência. Potência reativa. Correção. Bancos de capacitores. Indutivo.

ABSTRACT

This paper discusses the feasibility of implementing an energy efficiency project on the premises of a Liquefied Gas distribution company (LPG) in the city of Porto Velho / RO. Therefore it was proposed to fix the load power factor installed from the installation of capacitor banks in Tables Low Voltage General Distribution (QDGBT) production, logistics and administration. The proposal was based on data obtained in the monthly bills of electricity the company, considering the active power values, reactive, apparent demand, surplus and monthly fines. These data were consolidated into tables, graphs and figures accompanying the text. The proposal also presents an investment suggestion and return forecast spending in 24 months with the reduction of the amounts of monthly bills of electricity. The company's load analysis, memory calculations necessary for correct sizing of capacitor banks, the ideal place for installation, ratio of components and the cost for the manufacture of capacitor banks and other elements were considered in the proposal. It is emphasized that this proposal was presented during the course of the student stage of the course of Electrical Systems Lutheran Higher Education Institute of Porto Velho / RO (ULBRA / RO).

Keywords: Power factor. Reactive power. Correction capacitor banks. Inductive

INTRODUÇÃO

Em 1956, na cidade de Manaus, Amazonas, foi fundada uma das primeiras empresas de distribuição de gás de cozinha na região Norte do Brasil. Essa empresa expandiu e atualmente atua em cinco estados da Amazônia: Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima e Pará. Na cidade de Porto Velho existe uma unidade da empresa e os principais produtos fornecidos são os botijões de gás de cozinha, bem como o abastecimento GLP para centros industriais (FOGÁS, 2016).

Figura 1 – Processo de Abastecimento GLP em Botijões de 13kg



(a) Linha de Produção



(b) Motores Elétricos de Esteiras

Fonte: Autores

Para realizar esse trabalho, a empresa utiliza equipamentos industriais dotados de bobinas, motores de indução, transformadores, reatores, dentre outros tipos de equipamentos que geram energia reativa indutiva para seu funcionamento (Figura 1). Essa energia reativa indutiva é a responsável pela formação do campo magnético desses aparelhos e não produz trabalho útil. Entretanto, ela é faturada pela concessionária de energia (NISKIER & MACINTYRE, 2000).

Além disso, a legislação brasileira estabelece os limites aceitáveis da carga reativa recomenda o faturamento do excedente. De acordo com a Resolução Normativa

414/2010-ANEEL o fator de potência de referência tem como limite permitido para as unidades consumidoras do grupo “A” o valor de 0,92. Para valores menores, e excedentes, é feita a cobrança na forma de multa para a unidade consumidora industrial (ANEEL, 2012).

Existem métodos para suprimir essas perdas com cargas reativas, disponibilizando mais energia para gerar trabalho útil e reduzindo o custo de operação. Reduzindo a energia reativa consumida pela empresa é possível melhorar a qualidade de distribuição de energia na região e evitar desperdícios na rede elétrica que são muito comuns na região Norte do país (MORET, 2014).

Um dos métodos utilizados para reduzir o consumo de energia reativa será apresentado nesse texto, descrevendo brevemente a correção do fator de potência a partir da instalação de bancos de capacitores. A instalação dos bancos de capacitores para corrigir o fator de potência é a solução economicamente viável para que a empresa deixe de pagar o excedente de potência reativa e contribua para a melhoria do sistema de distribuição e transmissão de energia elétrica (CREDER, 2000).

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGIA

De acordo com a Resolução Normativa 414/2010-ANEEL, o faturamento de energia será feito de acordo com o consumo de energia aparente, ativa, reativa. Em síntese, o faturamento de energia elétrica ocorrerá da seguinte maneira:

- a) A medição da energia reativa indutiva se dará no período das 6 às 24 horas, em intervalos de uma hora;
- b) A medição da energia reativa capacitiva se dará no período da 0 às 6 horas, em intervalos de uma hora;
- c) O período que compreende entre 0 e 4 horas será cobrado o excedente de energia reativa capacitiva onde o fator de potência estiver abaixo de 0,92 capacitivo;
- d) No período entre 4 e 6 horas o excedente de energia reativa indutiva não é cobrado;

- e) Entre 6 e 11 horas será pago o excedente de energia reativa indutiva caso os valores do fator de potência sejam menores que 0,92 indutivo;
- f) Entre 11 e 13 horas, independentemente do valor do excedente de energia reativa capacitiva não haverá cobrança;
- g) No período entre 13 e 20 horas será cobrado excedente de energia reativa indutiva para valores do fator de potência abaixo de 0,92;
- h) Não haverá cobrança de excedente de energia reativa capacitiva no período entre 20 e 24 horas, independentemente do valor do fator de potência capacitivo.

De acordo com a legislação, para cada kWh de energia ativa consumida pode ser utilizado 0,425 kVar de energia reativa indutiva ou capacitiva, sem haver acréscimo na fatura (ANEEL, 2010). Sábados, domingos e feriados não são contabilizados os valores do fator de potência na fatura de energia elétrica. Existem duas maneiras de avaliação do fator de potência:

- a) Avaliação horária, onde o fator de potência será calculado através de valores de energia ativa e reativa medidos a cada intervalo de 1 hora, durante o ciclo de faturamento.
- b) Avaliação mensal, onde o fator de potência será calculado através de valores de energia ativa e reativa, medidos durante o ciclo de faturamento. Neste caso será medida apenas a energia reativa indutiva, durante o período de 30 dias.

A metodologia aplicada a esse trabalho foi baseada nas informações colhidas nas faturas de energia da empresa, e ainda, dados de potência, tensão e fator de potência dos motores e equipamentos para análise dos dados e cálculos referentes as grandezas elétricas envolvidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do faturamento de energia elétrica da empresa foi feita a partir da amostra que corresponde ao período dos meses de janeiro a julho de 2015. Não houve faturamento no mês de fevereiro pela concessionária, uma vez que a leitura foi

realizada no mês de março/15. O enquadramento do faturamento desta empresa é para tarifação horo-sazonal verde com apuração mensal.

Com base nos dados disponíveis nas faturas foi possível calcular os gastos mensais excedentes devido ao baixo fator de potência e assim verificar o melhor método de correção. A Tabela I apresenta os valores excedentes de energia reativa mensal:

TABELA I - FATURAMENTO DE EXCEDENTES REATIVOS*

MÊS	ENERGIA REATIVA		ENERGIA REATIVA		DEMANDA REATIVA	
	EXCEDENTE NA PONTA		EXCEDENTE FORA DA PONTA		EXCEDENTE	
	kWh	R\$	kWh	R\$	kW	R\$
JANEIRO	863	227,76	8.718	2.300,82	0	0
FEVEREIRO*	0	0	0	0	0	0
MARÇO	1.660	317,43	13.615	3.254,74	220	2.367,29
ABRIL	503	139,01	7.943	2.195,28	0	0
MAIO	509	140,85	7.779	152,64	23	249,5
JUNHO	350	98,28	6.720	1.887,11	0	0
JULHO	349	99,77	11.130	3.181,85	14	157,13
TOTAL	0	1.023,10	0	15.443	0	2.774,3

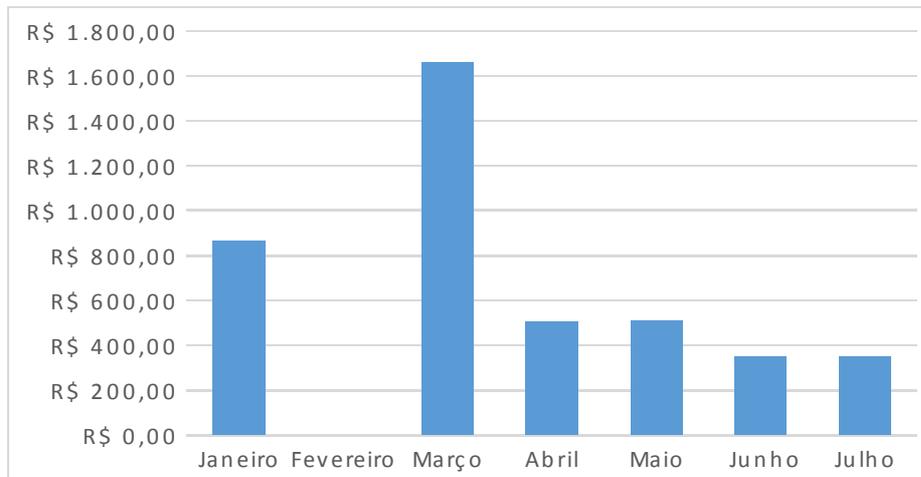
Fonte: Faturas de energia

* Faturamento de acordo com Res. 414/10

** Faturamento em março/15

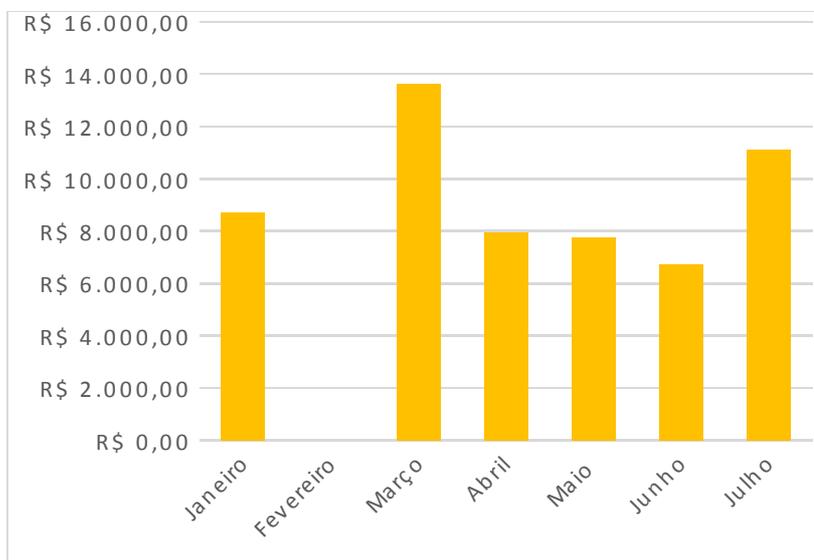
A avaliação do custo gerado pelo fator de potência inadequado é feita interpretação dos valores mensais de energia reativa faturada por meio dos Gráficos I, II e III a seguir:

GRÁFICO I – ENERGIA REATIVA EXCEDENTE NA PONTA



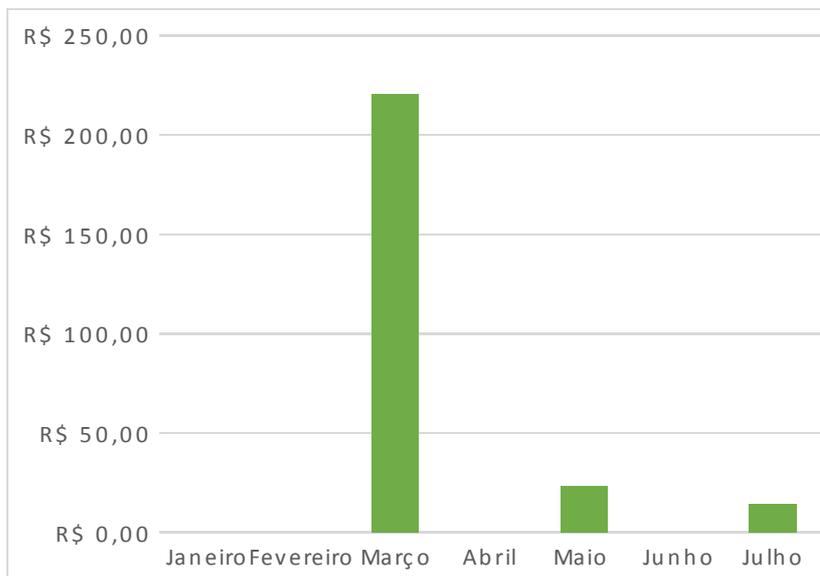
Fonte: Autores

GRÁFICO II – ENERGIA REATIVA EXCEDENTE FORA DA PONTA



Fonte: Autores

GRÁFICO III – DEMANDA REATIVA EXCEDENTE



Fonte: Autores

Conforme observado, no período, a energia reativa foi responsável por um faturamento de R\$ 19.240,40 para cobrança pela concessionária. A correção do fator de potência resultará em uma economia considerável da fatura, pois os valores gastos mensalmente com consumo e multas poderão ser revertidos com a instalação de um sistema para correção do fator de potência.

Nessa análise as cargas foram analisadas individualmente em cada um dos Quadros de Distribuição Geral de Baixa Tensão (QGBT), considerando a sua demanda ativa e reativa. Os valores de potência e fator de potência fornecidos pelo fabricante na placa de identificação dos equipamentos foram comparados com os valores reais medidos pela concessionária. Para correção até o Fator de Potência de 0,92 serão necessárias células capacitivas levando em consideração a variação das cargas individuais e os equipamentos que funcionam esporadicamente.

Esse procedimento também está de acordo com a legislação vigente. O levantamento dos dados apurados indicou a existência de um Fator de Potência (FP) de 0,85 em

toda a planta instalada da empresa, para uma carga total aparente de 777.417 kVA. A carga capacitiva a ser instalada é definida a partir de:

$$P_c = P_{r1} - P_{r2} = P(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2) \quad (1)$$

Onde

P – Potência Aparente

P_c – Potência da carga capacitiva

P_{r1} – Potência reativa existente

P_{r2} – Potência reativa desejável

θ₁ – Ângulo correspondente ao Fator de Potência existente (31,78° – FP: 0,85)

θ₂ – Ângulo correspondente ao Fator de Potência desejável (23,07° – FP: 0,92)

Para essa instalação a carga total capacitiva prevista é de 14.787kVAr, sendo distribuída em cada um Quadros de Distribuição Geral de Baixa Tensão (QGBT) de acordo com a potência/cargas existentes. Nessa instalação também é recomendável incluir ainda outros componentes para adequação de cada QGBT (Anexo único). A instalação de todos os itens têm custo estimado de R\$ 29.276,80/QGBT e retorno previsto após 24 meses de operação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste texto foi possível observar que no faturamento mensal de energia elétrica da empresa de distribuição de gás GLP existe oportunidade para implantação de um projeto de eficiência energética e redução dos gastos mensais com energia reativa. Esses gastos foram identificados nas faturas mensais e são recorrentes da operação dos motores elétricos da planta industrial.

De acordo com os estudos realizados é possível verificar que a melhor solução para corrigir o Fator de Potência será a instalação de bancos de capacitores em cada um

dos quadros de distribuição de energia da empresa. Esse investimento resultará na redução da cobrança mensal dos valores excedentes devido ao baixo fator de potência. Embora o custo para a instalação de banco de capacitores seja considerável, será possível obter o retorno do investimento em até 24 meses.

Além do retorno financeiro, esse investimento poderá contribuir ainda com a melhoria da qualidade de distribuição da energia elétrica da região. Dessa maneira, a concessionária de energia elétrica poderá disponibilizar a parcela utilizada na carga reativa como energia ativa em sua planta instalada para os outros consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Resolução Normativa 414/2010: atualizada até a REN 499/2012 / Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2012 Disponível em www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/REN_414_2010_atual_REN_499_2012.pdf Acesso em 01Mar16.

BRASIL. COMPRAS GOVERNAMENTAIS. Disponível em <http://www.comprasgovernamentais.gov.br/> Acesso em 01Mar16.

CREDER, H. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

FOGÁS. HISTÓRIA DA FOGÁS. Disponível em www.fogas.com.br/afogas Acesso em 01Mar16.

NISKIER, J & MACINTYRE, A. J. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. Rio de Janeiro: LTC, 2000

MORET, A. S. *Rondônia: 2000-2013, org.* São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2014.

Anexo Único - ESTIMATIVA CUSTO DE COMPONENTES POR QGBT

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR UNIT.	TOTAL
1	PAINEL MODULAR COMPLETO 1900X800X800MM	4.250,00	4.250,00
1	CHAVE SECCIONADORA 3NP 630A	990,00	990,00
3	FUSÍVEL NH 400A	100,00	300,00
2	CÉLULA PARA BANCO DE CAPACITOR 25kVAr 220V	638,60	1.277,20
1	CONTROLADOR FATOR DE POTÊNCIA COM 12 SAÍDAS	3.859,00	3.859,00
5	CÉLULA PARA BANCO DE CAPACITOR 20KVAR 220V	576,90	2.884,50
1	TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC) 400/5A	245,00	245,00
200	TERMINAL PRÉ-ISOLADO FÊMEA PARA CABO 2,5mm ²	0,29	58,00
50	TERMINAL PRE-ISOLADO PINO PARA CABO 2,5mm ²	0,29	14,50
5	TREFILADO 1/2"	89,00	445,00
10	ISOLADOR EPÓXI 50X50mm	15,40	154,00
1	EXAUSTOR PARA PAINEL 20X20mm 220V	245,00	245,00
7	CHAVE SECCIONADORA 3NP 160A	245,00	1.470,00
15	FUSÍVEL NH00 63A	58,00	870,00
200	CABO FLEXÍVEL ISOLADO 0,6/1KV 25,0mm ²	19,00	3.800,00
20	TERMINAL A COMPRESSÃO PARA CABO 25,0mm ²	1,90	38,00
5	BARRA CHATA DE COBRE NÚ 2" X1/4	100,00	500,00
10	BARRA CHATA DE COBRE NÚ 3/4" X1/4"	276,00	2.760,00
20	TERMINAL A COMPRESSÃO PARA CABO 95,0mm ²	5,80	16,00
1	FITA AUTO-FUSÃO 23BR 19X10M COR PRETA	4,00	4,00
5	CONTATOR PARA BANCO CAPACITOR 20KVAR DMK11 220V	499,30	2.995,80
2	CONTATOR PARA BANCO CAPACITOR 20KVAR DMK12 220V	499,30	998,60
21	FUSÍVEL NH00 100A	69,00	1.449,00
TOTAL			R\$ 29.276,80

Fonte: Valores médios obtidos em licitações www.comprasgovernamentais.gov.br